



EP 0413264
REC'D 12 JUL 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

10 2004 003 327.7

Anmeldetag:

22. Januar 2004

Anmelder/Inhaber:

Hydraulik-Ring GmbH, 97828 Marktheidenfeld/DE;
enTec CONSULTING GmbH, 58675 Hemer/DE.

Bezeichnung:

Vorrichtung zur variablen Ventilhubverstellung von
Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftma-
schine

IPC:

F 01 L 1/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY
Eberl

Hydraulik-Ring GmbH
enTec CONSULTING GmbH

22. Januar 2004
H100223 MR/HHa

**Vorrichtung zur variablen Ventilhubverstellung von Gaswechselventilen
einer Verbrennungskraftmaschine**

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur variablen Ventilhubverstellung, insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine.

- 10 Aus der DE 195 48 389 A1 ist eine Vorrichtung zur Ventilhubverstellung eines Gaswechselventils einer Verbrennungskraftmaschine bekannt. Diese Vorrichtung zur Steuerung bzw. Regelung des Ventilhubes eines Gaswechselventils weist eine in einem Zylinderkopf drehbar gelagerte Exzenterwelle mit einem Schneckenradgetriebe auf, welche durch einen Elektromotor mit einer Motorwelle angetrieben wird. Das Getriebe ist dabei formschlüssig mit der Exzenterwelle
15 verbunden. Zudem weist die Vorrichtung eine Steuereinheit auf, welche den Elektromotor ansteuert.

- Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, eine Vorrichtung zur variablen Ventilhubverstellung für Gaswechselventile einer Verbrennungskraftmaschine
20 bereit zu stellen, mit der der Ventilhub von wenigstens zwei Einlass- oder Auslassventilen eines Zylinders last- und drehzahlabhängig individuell und unabhängig voneinander gesteuert bzw. geregelt werden kann, gleichzeitig mit dem Ventilhub gekoppelt auch die Öffnungszeit jedes einzelnen Ventils individuell und unabhängig von den anderen Ventilen des jeweiligen Zylinders
25 gesteuert bzw. geregelt wird und zusätzlich durch die Einstellung eines Nullhubs von einzelnen Ventilen einzelne Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine stillgelegt werden können, um den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren.

Diese und weitere Aufgaben werden gelöst durch eine Vorrichtung zur variablen Ventilhubverstellung, insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine mit einer oder mehreren Anordnung(en) folgender Elemente, wenigstens ein Kipphebel, welcher mittels einer Nockenwelle betätigt in einer
5 Kulisse abläuft, ein mit dem Kipphebel im Eingriff stehendes Ventilbetätigungsmittel, eine Feder, welche den Kipphebel gegen die Nockenwelle drückt, und eine mehrteilige, einen oder mehrere Exzenter aufweisende Exzenterwelle zur Verstellung des Ventilhubes.

10 Insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen mit unten liegender Nockenwelle, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung zusätzlich zwischen Nockenwelle und Kipphebel eine Stößelstange, einen Zwischenhebel sowie ein Ausgleichselement auf. Je nach Bauart der Verbrennungskraftmaschine bzw. Lage der Nockenwelle, können auch weniger oder mehr bzw. andere Elemente zwischen Nockenwelle
15 und Kipphebel vorgesehen sein.

Die Exzenterwelle der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist bevorzugt einen koaxialen Aufbau mit einem Exzenter pro Gaswechselventil auf. Als Gaswechselventile werden erfindungsgemäß vorzugsweise Einlass- bzw. Auslassventile
20 bevorzugt von Zylindern einer Verbrennungskraftmaschine verstanden.

Erfindungsgemäß weist zudem jedes Exzenterwellenteil, welches individuell und unabhängig von den anderen Exzenterwellenteilen verstellt werden kann, einen Exzenter auf, wobei die Form der einzelnen Exzenter gleich oder verschieden
25 voneinander sein kann.

Bevorzugt sind die Exzenterwellenteile der Exzenterwelle mittels wenigstens eines Aktuators verstellbar. Dieser weist vorzugsweise ebenfalls eine

Verstelleinrichtung mit koaxialem Aufbau auf. Bevorzugt kommen Aktuatoren zur Anwendung, bei welchen die Verstellung mit Hilfe von elektrischen Motoren oder hydraulischen Winkelverstelleinrichtungen vorgesehen ist. Insbesondere bei Einsatz einer Regelung kommen zusätzlich vorzugsweise verschiedene Sensoren und eine geeignete Regelungstechnik zum Einsatz. Wichtig dabei ist ein schnelles Ansprechverhalten der Regelung, so dass beispielsweise eine Verstellung des Ventilhubes von Nullhub auf Maximalhub in vorzugsweise weniger als 300 ms erfolgen kann. Dabei werden die Teile der Exzenterwelle bevorzugt in einen Winkel von ungefähr 120° verdreht.

10

Verschiedene Ausführungsformen von geeigneten Aktuatoren zur stufenlosen und/oder stufenweisen Verstellung der einzelnen Exzenterwellenteile, sind in der DE 103 52 677.1 beschrieben, deren Inhalt voll umfänglich in den Kontext der vorliegenden Anmeldung mit einbezogen wird. Mittels eines geeigneten Aktuators ist es somit möglich beispielsweise im Fall von zwei Einlassventilen pro Zylinder, den Ventilhub dieser Ventile mit einer mehrteiligen Exzenterwelle so zu verstellen, dass der Ventilhub eines Ventils stufenlos und der Ventilhub des anderen Ventils stufenweise verstellbar ist. Diese Lösung ist ebenso denkbar für mehr als zwei Einlass- bzw. Auslassventile je Zylinder, wobei der Ventilhub jedes einzelnen Ventils individuell und unabhängig von anderen Ventilen, insbesondere von gleichartigen Ventilen eines Zylinders, stufenlos und/oder stufenweise verstellt werden kann. Im Extremfall können so einzelne oder Gruppen von Ventilen im Nullhub betrieben werden, womit die Abschaltung einzelner Zylinder möglich ist.

25

Vorteilhaft können bei Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Zylinderkopf für die Betätigung von Ein- und Auslassventilen mehrere Exzenterwellen vorgesehen sein. Denkbar ist ebenfalls, dass jedem Einlass- bzw. Auslassventil eine eigene Exzenterwelle zugeordnet ist.

Ebenso können bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung für Ventile benachbarter Zylinder unterschiedliche Exzenterformen vorgesehen sein. Unter Exzenterform wird vorliegend vorzugsweise die Exzenterkontur verstanden, welche mit dem
5 Kipphebel zur Verstellung des Ventilhubes in Kontakt steht.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur variablen Ventilhubverstellung, insbesondere von Gaswechselventilen einer Verbrennungskraftmaschine unter Verwendung einer erfindungsgemäßen
10 Vorrichtung, bei welchem jeder einzelne Exzenter individuell und unabhängig von den anderen Exzentern der Exzenterwelle verstellt werden kann. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die einzelnen Teile der Exzenterwelle vorzugsweise mit den jeweiligen Exzentern durch einen oder mehrere Aktuator(en) verstellt.

15

Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch eine Verbrennungskraftmaschine, welche mindestens eine erfindungsgemäße Vorrichtung aufweist.

20 Vorteilhafterweise liegen alle möglichen Konturen der Exzenter der drehbaren Exzenterwelle innerhalb eines Kreises, der durch die Lagerdurchmesser der Exzenterwelle gebildet wird. Die mehrteilige Exzenterwelle ist somit durch eine durchgehende Bohrung im Zylinderkopfmateriail steckbar und vorzugsweise in der durchgehenden Bohrung im Zylinderkopf direkt gelagert, wobei die
25 Exzenterwelle von einer der Stirnseiten des Zylinderkopfes als einsteckbare Exzenterwelle montierbar ist.

Eine weitere vorteilhafte Variante wird darin gesehen, dass die Exzenterwelle in einem separaten Gehäuse gelagert ist, das mit dem Zylinderkopf verbunden ist, wobei in dem Gehäuse auch eine Nockenwelle gelagert sein kann, oder dass in dem Gehäuse als vormontierte Einheit die Exzenterwelle, die Kipphebel, die Nockenwelle und eine Kulisse gelagert sind.

Bevorzugt ist die Exzenterwelle mittels Wälzlager in dem Zylinderkopf gelagert. Es können jedoch auch jegliche alternativen, dem Fachmann bekannten, für diese Lagerung geeigneten Lager zum Einsatz kommen.

10

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bestehen darin, dass die Exzenterkontur als beliebige Kontur, insbesondere als Kreis ausgebildet ist und durch die Außendurchmesser der Lagerung der Exzenterwelle begrenzt ist, so dass der größte Durchmesser der Exzenterwelle als Lagerung der Exzenterwelle insbesondere im Zylinderkopf vorgesehen ist und in kürzestem Abstand zum Kipp- und Einstellpunkt der Kipphebel gelagert ist und dass die Exzenterwelle vorzugsweise parallel zur Nockenwelle angeordnet ist.

15

Bevorzugt ist ferner neben einer mechanischen Verstellung des Ventilhubes der Ventile als Variante vorgesehen, dass die Exzenterwelle beispielsweise mittels Verstelleinrichtungen hydraulisch oder mittels eines Elektromotors verstellbar ist, der vorzugsweise fluchtend zur Nockenwelle oder zur Exzenterwelle vorgesehen ist, wobei die Achse des Elektromotors bevorzugt parallel zur Nockenwellenachse oder parallel zur Exzenterwellenachse vorgesehen ist. Zwischen Exzenterwelle und Aktuator bzw. Verstelleinrichtung können zudem geeignete Kupplungen vorgesehen sein.

20

25

Eine besonders bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird darin gesehen, dass in einem Zylinderkopf für die Betätigung von Ein- und Auslassventilen mehrere Exzenterwellen vorgesehen sind, wobei sich die Exzenterwellen von mehreren Ein- oder Auslassventilen in der Kontur der Exzenter unterscheiden können.

Vorteilhaft kann weiterhin vorgesehen sein, dass die Ventile benachbarter Zylinder mit unterschiedlichen Exzenterkonturen über die Kipphebel zu betätigen sind, und dass Nockenwellenkonturen für die Ventile, die zu einem Zylinder zugehörig sind, unterschiedlich ausgeführt sind.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform wird darin gesehen, dass die Arbeitskonturen der Kipphebel, die mit der Exzenterwelle in Kontakt sind, beispielsweise eine ebene Fläche, eine konkave oder konvexe Fläche bilden. Ebenso ist es möglich, dass die Exzenter mit einer im Kipphebel gelagerten Rolle in Kontakt stehen.

Zusätzlich kann noch vorgesehen sein, dass die Arbeitskontur eines Kipphebels von der Arbeitskontur eines weiteren Kipphebels, die vorzugsweise mittels einer Achse direkt miteinander verbunden sind, unterschiedlich ausgeführt sind.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht unter anderem darin, dass eine Regelungsmöglichkeit des Ventilhubes der Ventile einer Verbrennungskraftmaschine mit einem oder mehreren Ein- oder Auslassventil(en) innerhalb kleinster Toleranzen erreicht wird, bei gleichzeitig geringen Verstell- und Haltekräften, unabhängig, ob diese Halte- und Verstellkräfte mechanisch, hydraulisch oder elektrisch aufgebracht werden und mit höchster Genauigkeit der zwischen den einzelnen Zylindern einer mehrzylindrigen

Verbrennungskraftmaschine vorzunehmenden Steuerung bzw. Regelung des Ventilhubes.

5 Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht die variable Ventilhubverstellung, beispielsweise von zwei Einlassventilen eines Zylinders, durch zwei Kipphebel vor, welche durch eine gemeinsame Achse miteinander verbunden sind. Auf dieser Achse ist vorzugsweise zwischen den beiden Kipphebeln eine Rolle vorgesehen, welche in einer Kulissee abläuft. Die Kulissee ist vorzugsweise fest mit dem Zylinderkopf bzw. einem Gehäuse verbunden bzw. 10 Bestandteil des Zylinderkopfes bzw. des Gehäuses. Die Kontur der Kulissee kann dabei beispielsweise bestimmt werden durch einen Kreisbogen, mit Mittelpunkt auf der Achse der Rolle des Rollenschlepphebels (Ventilbetätigungsmittel) und einem Radius, welcher beispielsweise in Abhängigkeit eines oder mehrerer Durchmesser der Rollen des Kipphebels definiert wird.

15

Die beiden von der Nockenwelle angetriebenen Kipphebel bewegen sich dabei mittels einer Kippbewegung um die Exzenter der Exzenterwelle. Dabei ist es mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, den Kippunkt bzw. Drehpunkt jedes einzelnen Kipphebels mittels des mit dem Kipphebel in Verbindung 20 stehenden Exzcenters der Exzenterwelle individuell und unabhängig von dem oder den benachbarten Kipphebel(n) durch Drehung der Exzenterwelle zu verstellen. Der Verstellweg der Exzenterwelle beträgt dabei vorzugsweise ungefähr 3,5 mm und ist geeignet, den Ventilhub dabei bevorzugt von 0 bis 10 mm zu verstellen.

25 Mit Bezug auf die Drehbewegung der Kipphebel um die Exzenterwelle ist es wichtig, die Kipphebelmasse extrem gut zu verteilen und so auszubalancieren, dass die Kontaktkräfte, welche auf die Exzenterwelle wirken, gering sind und auch nicht mit zunehmender Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine ansteigen. Dies kann beispielsweise unterstützt werden durch geeignete Konstruktion der

Kipphebel, wobei die Kipphebel nicht aus Vollmaterial sind, sondern Ausnehmungen aufweisen, welche die Masse oder auch die Größe reduzieren. Ferner sollte der Drehpunkt der Kipphebel nahe dem oder im Massenmittelpunkt des Kipphebels liegen.

5

Diese voll variable und unabhängige Möglichkeit der Verstellung des Ventilhubes, insbesondere von zwei Einlassventilen eines Zylinders, erlangt insbesondere bei Verbrennungskraftmaschinen mit vier Ventilen pro Zylinder, vorzugsweise zwei Einlass- und zwei Auslassventile, Bedeutung, da der Ventilhub und die Ventilöffnungszeit für jedes einzelne Ventil bzw. für jedes Ventilpaar (Einlass- bzw. Auslassventilpaar) individuell eingestellt werden kann. Im Extremfall kann jedes Ventil individuell im Nullhub betrieben werden, was dazu führen kann, dass beispielsweise der betreffende Zylinder nur mit einem Einlass bzw. einem Auslassventil betrieben wird. Der Ventilhub und die Ventilöffnungszeit wird vorzugsweise mittels der Nockenkonturform der Nockenwelle und der Form der Arbeitskurve der Kipphebel bestimmt. Im Ergebniss kann dies beispielsweise einer Ventilöffnungszeit im Leerlauf von ungefähr 90° Kurbelwellenwinkel bei einem Ventilhub von nur 0,25 mm entsprechen, wobei ungefähr 320° Kurbelwellenwinkel bei vollem Ventilhub möglich sind, wodurch zudem eine gute Leerlaufqualität erreicht wird.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Verbrennungskraftmaschine, welche eine erfindungsgemäße Vorrichtung aufweist, geeignet, beispielsweise mit Drehzahlen bis zu 8.500 Umdrehungen pro Minute zu arbeiten. Bei dieser Ausführungsform kann die Ventilöffnungszeit und der Ventilhub unabhängig voll variabel für jedes Ventil gesteuert bzw. geregelt werden. Wenn beispielsweise die Verbrennungskraftmaschine im Leerlauf betrieben wird, beträgt der Ventilhub ungefähr 0,3 mm und die Ventilöffnungszeit entspricht dabei ungefähr 90° Kurbelwellenwinkel. Bei Vollast entspricht der Ventilhub

beispielsweise 9 mm, wobei das Ventil bei 320° Kurbelwellenwinkel geöffnet bleibt.

5 In einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform findet die Verstellung von Null- bis zum Maximalhub des Ventils bei ungefähr 120° Drehung der Exzenterwelle statt. Dabei beträgt das maximale Ventilhalte- und Ventileinstellmoment der Exzenterwelle ungefähr 4 Nm, gemessen für zwei Ventile.

10 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Ventilöffnungszeit zusammen mit dem Ventilhub in Verbindung mit einem oder mehreren Lufteinlasssystem(en) mit voll variabel einstellbarer Länge variiert werden, was zu einer deutlichen Drehmomentverbesserung führt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ebenso mit Systemen zur variablen Zylinderkompression innerhalb von Verbrennungskraftmaschinen kombiniert werden.

15

Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer bevorzugten Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

20

Figur 1: eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2: eine Exzenterwelle im Schnitt;

25

Figur 3: eine Exzenterwelle mit verdreht angeordneten Exzentern im Schnitt.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zur variablen Ventilhubverstellung von zwei Gaswechselventilen 12 und 14, beispielsweise zwei Einlassventile eines Zylinders, welche eine drehbare Exzenterwelle 16 aufweist, die in dieser Ausführungsform aus zwei koaxial zueinander angeordneten Exzenterwellenteilen 18 und 20 aufgebaut ist, wobei ein Exzenter 22 bevorzugt integraler Bestandteil des Exzenterwellenteils 18 und ein Exzenter 24 bevorzugt integraler Bestandteil des Exzenterwellenteils 20 ist. Die beiden koaxial ineinandergesteckten Exzenterwellenteile 18 und 20, welche sich unabhängig voneinander bewegen können, stehen miteinander von außen sichtbar an einer Verbindungsstelle 30 miteinander in Kontakt. Diese Stelle kann prinzipiell an jeder beliebigen Stelle zwischen den beiden Exzentern 22 und 24 vorgesehen sein. Aus Stabilitätsgründen ist die Verbindungsstelle 30 vorliegend an einer Lagerstelle vorgesehen, was jedoch grundsätzlich nicht zwingend ist. Vorzugsweise liegen alle möglichen Konturen der Exzenter 22 und 24 innerhalb eines Kreises, der durch die Außendurchmesser einer Lagerung 26 und 28 der Exzenterwelle 16 gebildet wird (vgl. Figur 2). Die Exzenterwelle 16 ist durch eine nicht dargestellte durchgehende Bohrung im Zylinderkopfmaterial steckbar und in der durchgehenden Bohrung im Zylinderkopf direkt gelagert. Damit kann die Exzenterwelle 16 von einer der Stirnseiten des Zylinderkopfes als einsteckbare Exzenterwelle 16 montiert werden. Die Exzenterwelle 16 ist vorzugsweise in einem separaten Gehäuse (nicht dargestellt) gelagert, das mit dem Zylinderkopf verbunden ist. In dem Gehäuse sind als vormontierte Einheit die Exzenterwelle 16, Kipphebel 32 und 34, eine Nockenwelle 36 und eine Kulissee 38 gelagert. Es besteht auch die Möglichkeit, die Exzenterwelle 16 mittels Wälzlager in dem Zylinderkopf zu lagern.

Die Konturen der Exzenter 22 und 24 können als beliebige Kontur, insbesondere als Kreis ausgebildet sein und sind durch die Außendurchmesser der Lagerung 26 und 28 der Exzenterwelle 16 begrenzt. Der größte Durchmesser der Exzenterwelle 16 ist dabei zur Lagerung der Exzenterwelle 16 insbesondere im

Zylinderkopf vorgesehen und bevorzugt in kürzestem Abstand zum Kipp- und Einstellpunkt der Kipphebel 32 und 34 gelagert. Die Exzenterwelle 16 ist vorzugsweise parallel zur Nockenwelle 36 angeordnet.

- 5 Zur Verdrehung der einzelnen Exzenterwellenteile 18 und 20 ist ein Aktuator 40 bevorzugt über ein Kupplungselement 42 mit der Exzenterwelle 16 verbunden. Der Aktuator 40 ist dabei vorzugsweise fluchtend zu einer Drehachse 44 der Exzenterwelle 16 angeordnet. Der Aktuator 40 wird durch ein Gehäuse 46 geschützt, welches mit dem Zylinderkopf bzw. dem Gehäuse, in welchem die
- 10 Exzenterwelle 16 gelagert ist, mittels geeigneter Befestigungseinrichtungen 48 verbunden werden kann. Der Aktuator 40 kann beispielsweise hydraulische, elektrische oder magnetische Einrichtungen zur Verdrehung bzw. Winkelverstellung der Exzenterwelle 16 aufweisen. Neben den genannten Einrichtungen sind alternative Einrichtungen ebenso wie Kombinationen aus den
- 15 genannten Einrichtungen denkbar. Die Verstellachse des Aktuators 40 kann ferner parallel zur Nockenwellenachse oder parallel zur Exzenterwellenachse vorgesehen sein.

- 20 Aufgrund der Möglichkeit, dass die Exzenter 22 und 24 bei einer Anordnung mit beispielsweise zwei oder mehreren Ein- oder Auslassventilen gegeneinander um einen Winkel α verdreht angeordnet werden können (vgl. Figur 3), kann sich in einer Drehstellung der Exzenterwellenteile 18 und 20 für die Ventile 12 und 14 ein unterschiedlicher Ventilhub ergeben.

- 25 Sind in einem Zylinderkopf für die Betätigung von Ein- und Auslassventilen mehrere Exzenterwellen 16 vorgesehen, können sich die Exzenterwellen 16 von mehreren Ein- oder Auslassventilen in der Kontur der Exzenter 22 und 24 unterscheiden. Die Ventile zwei benachbarter Zylinder können mit unterschiedlichen Exzenterkonturen über die Kipphebel 32 und 34 betätigt

werden. Die Nockenwellenkonturen der Nockenwelle 36 können für die Ventile 12 und 14, die zu einem Zylinder zugehörig sind, ebenfalls unterschiedlich ausgeführt sein.

- 5 Die Arbeitskonturen der Kipphebel 32 und 34, die mit den Exzentern 22 und 24 der Exzenterwelle 16 in Kontakt stehen, können eine ebene, konkave oder konvexe Fläche bilden. Es ist aber auch möglich, dass die Exzenter 22 und 24 mit einer Rolle, die in den jeweiligen Kipphebeln 32 und 34 beispielsweise gleit- oder wälzgelagert ist, in Kontakt stehen, um die Reibung und den Verschleiß zu
10 reduzieren. Bei beiden Lagerungen ist aber geringstes Lagerspiel vorausgesetzt.

- Jeder der Kipphebel 32 und 34 weist eine Arbeitskontur auf, welche im Eingriff mit einem Ventilbetätigungsmittel 50 und 52 steht. Als Ventilbetätigungsmittel 50 und 52 kommt beispielsweise ein Rollenschlepphebel, wie in Figur 1 dargestellt, in
15 Betracht. Jedes der beiden Ventilbetätigungsmittel 50 und 52 überträgt die Bewegung des jeweiligen Kipphebels 32 bzw. 34 auf eines der Ventile 12 bzw. 14. Vorteilhaft sind zudem Ventilspielausgleichselemente 54 und 56 vorgesehen.

- 20 In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform kann der Kipphebel anstelle der Arbeitskontur eine Rolle und das Ventilbetätigungsmittel die Arbeitskontur aufweisen. Bei beiden beschriebenen Ausführungsformen können die Arbeitskonturen verschiedener Kipphebel, welche bevorzugt mittels einer Achse 58 direkt miteinander verbunden sind, bzw. verschiedener Ventilbetätigungsmittel, unterschiedlich ausgeführt sein.

25

Die Kipphebel 32 und 34 werden mittels einer Feder 60 an die Nockenwelle 36 gedrückt.

Bezugszeichenliste:

	10	-	Vorrichtung zur variablen Ventilhubverstellung
	12	-	Gaswechselventil
	14	-	Gaswechselventil
5	16	-	Exzenterwelle
	18	-	Exzenterwellenteil
	20	-	Exzenterwellenteil
	22	-	Exzenter
	24	-	Exzenter
10	26	-	Außendurchmesser der Lagerung der Exzenterwelle
	28	-	Außendurchmesser der Lagerung der Exzenterwelle
	30	-	Verbindungsstelle
	32	-	Kipphebel
	34	-	Kipphebel
15	36	-	Nockenwelle
	38	-	Kulisse
	40	-	Aktuator
	42	-	Kupplungselement
	44	-	Drehachse
20	46	-	Gehäuse
	48	-	Befestigungseinrichtung
	50	-	Ventilbetätigungsmittel
	52	-	Ventilbetätigungsmittel
	54	-	Ventilspielausgleichselement
25	56	-	Ventilspielausgleichselement
	58	-	Achse der Kipphebel
	60	-	Feder

Hydraulik-Ring GmbH
enTec CONSULTING GmbH

22. Januar 2004
H100223 MR/HHa

Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung (10) zur variablen Ventilhubverstellung, insbesondere von Gaswechselventilen (12, 14) einer Verbrennungskraftmaschine mit einer oder mehreren Anordnung(en) folgender Elemente:
- 10 - wenigstens ein Kipphebel (32, 34), welcher mittels einer Nockenwelle (36) betätigt in einer Kulissee (38) abläuft,
- ein mit dem Kipphebel (32, 34) im Eingriff stehendes Ventilbetätigungsmittel (50, 52),
- 15 - eine Feder (60), welche den Kipphebel (32, 34) gegen die Nockenwelle (36) drückt, und
- eine mehrteilige, ein oder mehrere Exzenter (22, 24) aufweisende Exzenterwelle (16) zur Verstellung des Ventilhubes.
- 20 2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, welche zwischen Nockenwelle (36) und Kipphebel (32, 34) eine Stößelstange, einen Zwischenhebel sowie ein Ausgleichselement aufweist.
- 25 3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Exzenterwelle (16) einen coaxialen Aufbau mit einem Exzenter (22, 24) pro Gaswechselventil (12, 14) aufweist.

4. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher jedes Exzenterwellenteil (18, 20), welches individuell und unabhängig von den anderen Exzenterwellenteilen (18, 20) verstellt werden kann, einen Exzenter (22, 24) aufweist.
5
5. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die Form der Exzenter (22, 24) gleich oder verschieden voneinander ist.
- 10 6. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher die Exzenterwellenteile (18, 20) der Exzenterwelle (16) mittels wenigstens eines Aktuators (40) verstellbar sind.
- 15 7. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher bei Einsatz in einem Zylinderkopf für die Betätigung von Ein- und Auslassventilen mehrere Exzenterwellen (16) vorgesehen sind.
- 20 8. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, bei welcher für Gaswechselventile (12, 14) benachbarter Zylinder unterschiedliche Formen der Exzenter (22, 24) vorgesehen sind.
- 25 9. Verfahren zur variablen Ventilhubverstellung, insbesondere von Gaswechselventilen (12, 14) einer Verbrennungskraftmaschine, unter Verwendung einer Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welchem jeder einzelne Exzenter (22, 24) individuell und unabhängig von den anderen Exzentern (22, 24) der Exzenterwelle (16) verstellt werden kann.
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 9, bei welchem die einzelnen Exzenterwellenteile (18, 20) der Exzenterwelle (16) mit den jeweiligen

Exzentern (22, 24) durch einen oder mehrere Aktuatoren (40) verstellt werden.

11. Verbrennungskraftmaschine, welche mindestens eine Vorrichtung (10)
5 nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist.

10

15

20

25

30

Hydraulik-Ring GmbH
enTec CONSULTING GmbH

22. Januar 2004
H100223 MR/HHa

Zusammenfassung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) zur variablen Ventilhubverstellung, insbesondere von Gaswechselventilen (12, 14) einer Verbrennungskraftmaschine mit einer oder mehreren Anordnung(en) folgender Elemente, wenigstens ein Kipphebel (32, 34), welcher mittels einer Nockenwelle (36) betätigt in einer Kulissee (38) abläuft, ein mit dem Kipphebel (32, 34) im Eingriff stehendes Ventilbetätigungsmittel (50, 52), eine Feder (60), welche den Kipphebel (32, 34) gegen die Nockenwelle (36) drückt, und eine mehrteilige, einen oder mehrere Exzenter (22, 24) aufweisende Exzenterwelle (16) zur Verstellung des Ventilhubes.

15

Figur 1

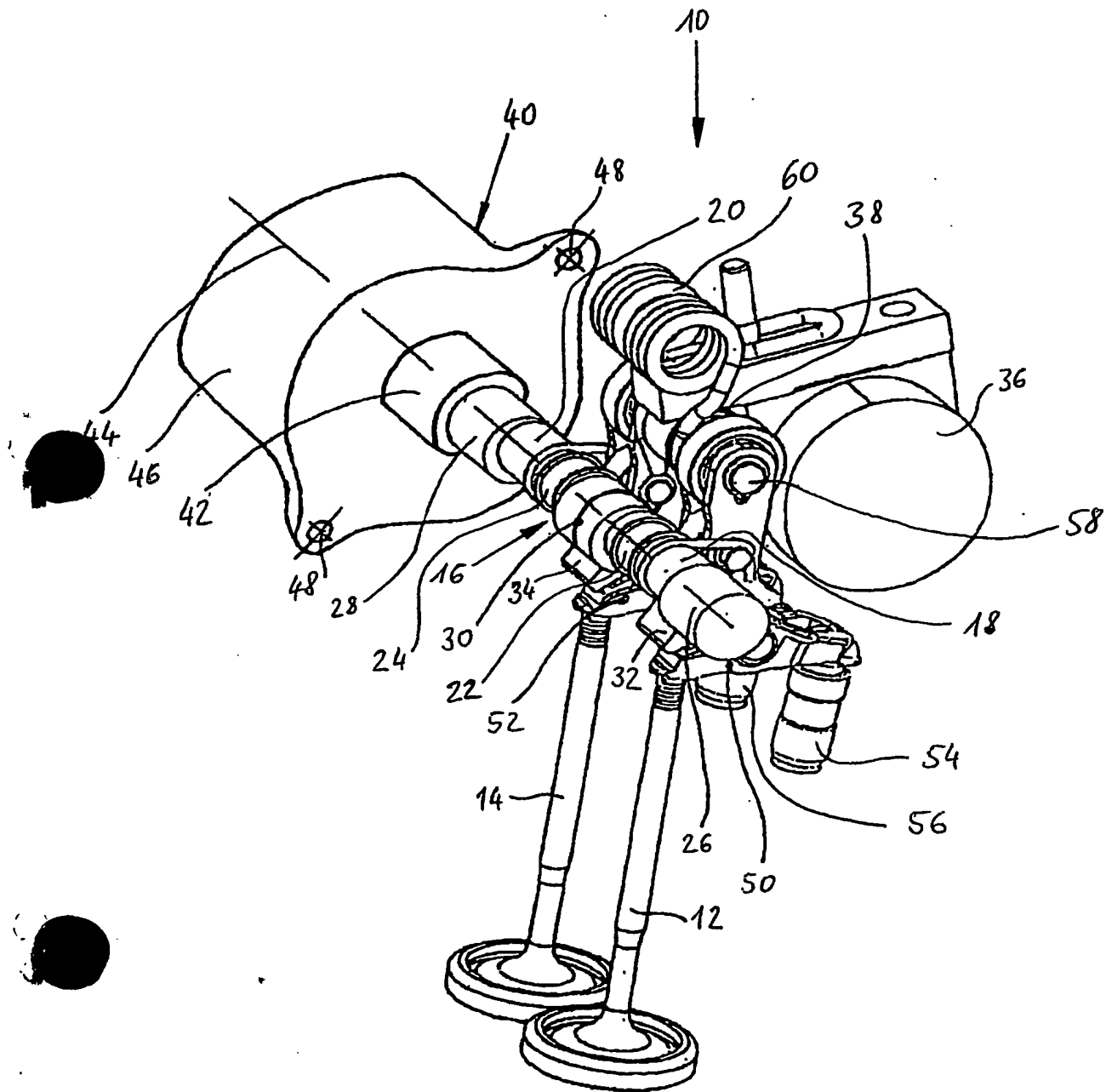


Fig. 1

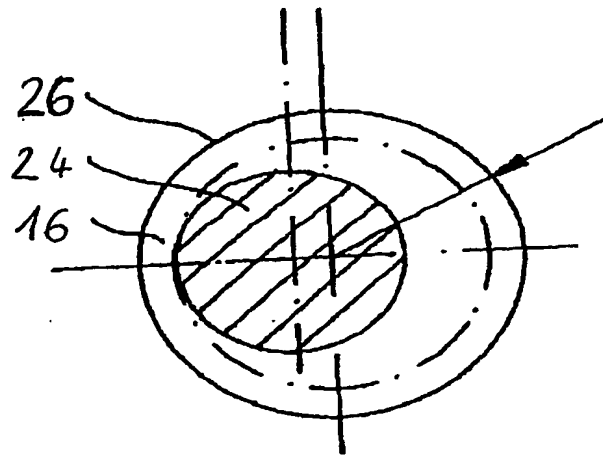


Fig. 2

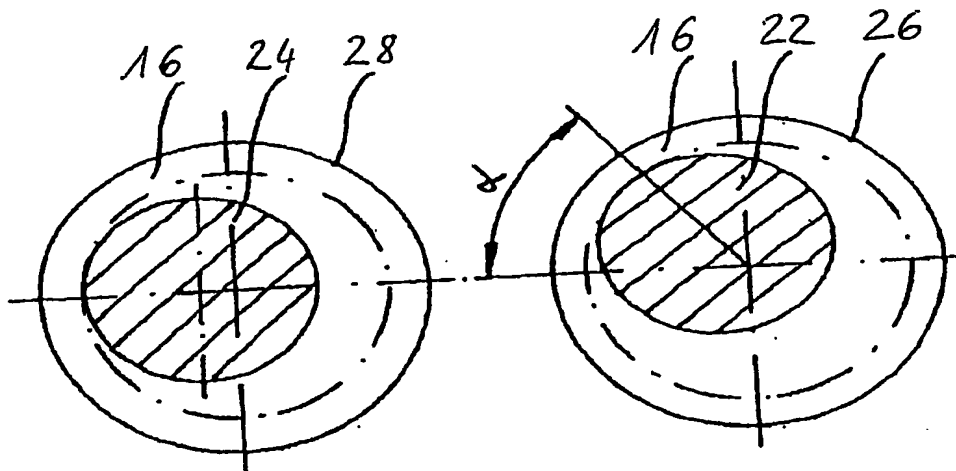
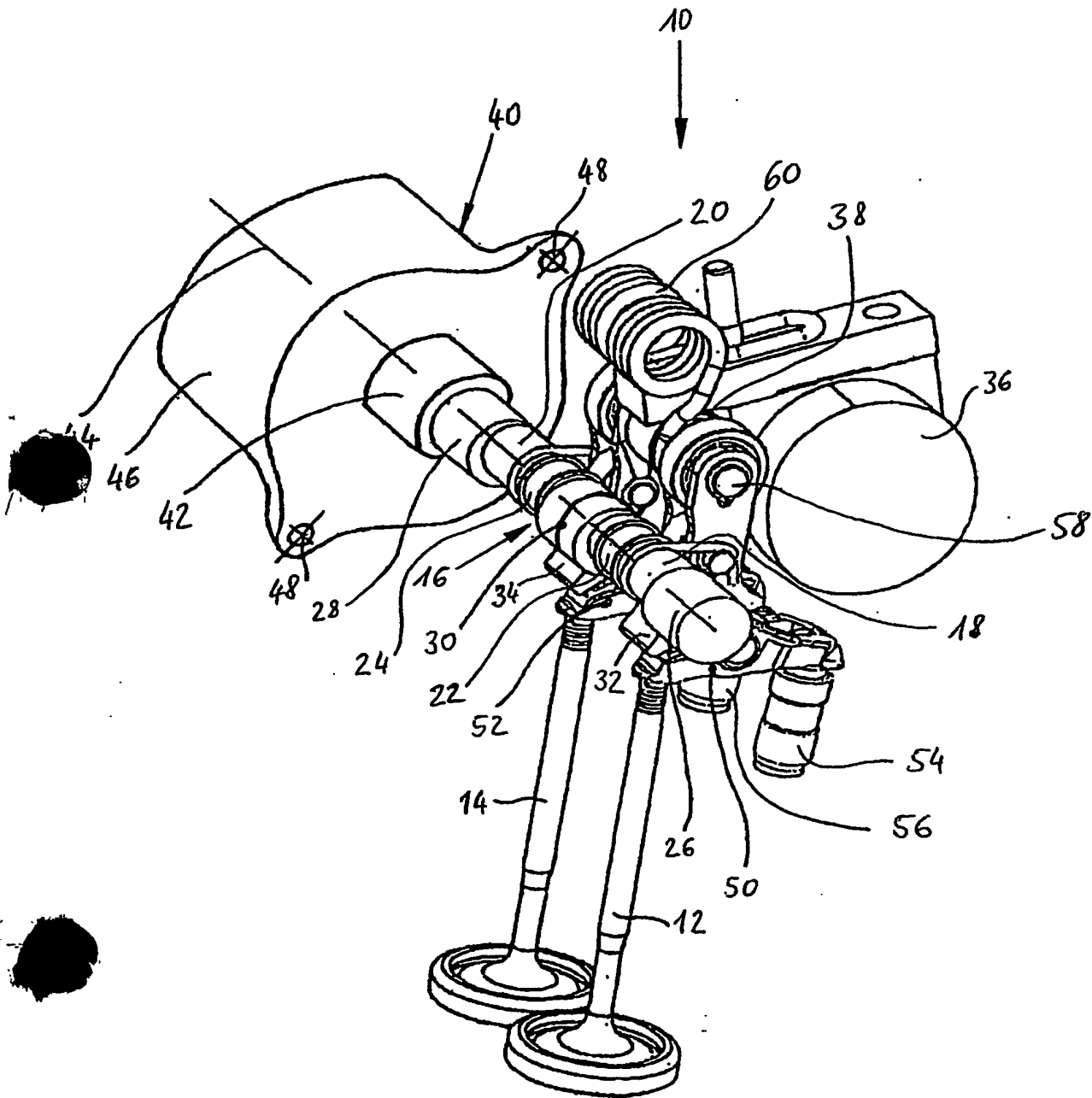


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.